

(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 2000-233145)



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: August 1, 2000

Application Number : Patent Application 2000-233145

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

April 20, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3033184

62M 2183 US

09/819,137



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Haruhito Ono  
March 29, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月 1日

出願番号

Application Number:

特願2000-233145

出願人

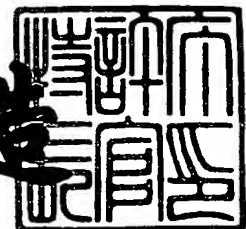
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2001年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 4260058

【提出日】 平成12年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027  
G03F 7/21  
G21K 5/04

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【請求項の数】 20

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
内  
【氏名】 小野 治人

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
内  
【氏名】 村木 真人

【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
【氏名又は名称】 キャノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫  
【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】  
【識別番号】 100090538  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
内  
【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 97069

【出願日】 平成12年 3月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子光学系アレイ、これを用いた荷電粒子線露光装置ならびにデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれに複数の開口が形成され、積層された第 1 電極と第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の間で、前記複数の開口のそれぞれに対応して設けられたシールド電極とを有することを特徴とする電子光学系アレイ。

【請求項 2】 それぞれに複数の開口が形成され、積層された上電極、中間電極および下電極と、前記上電極と前記中間電極の間ならびに前記中間電極と前記下電極の間で、前記複数の開口のそれぞれに対応して設けられたシールド電極とを有することを特徴とする電子光学系アレイ。

【請求項 3】 光軸方向から見たとき、前記シールド電極は各々の前記開口の周囲を囲むように配されている請求項 1 又は 2 に記載の電子光学系アレイ。

【請求項 4】 前記シールド電極は前記複数の開口にそれぞれ対応した位置に複数の孔が形成された 1 つの構造物である請求項 3 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 5】 前記上電極または下電極がこれと隣接するシールド電極と一体構造となっている請求項 2 ～ 4 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 6】 前記中間電極を光軸に沿って複数有し、各中間電極の間にもシールド電極が設けられている請求項 2 ～ 5 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 7】 前記中間電極は、各開口に対応して設けた複数の孔開き電極素子を有する請求項 2 ～ 6 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 8】 前記中間電極は列毎に電氣的に分離されたグループ化され、各グループに含まれる前記電極素子同士が電氣的に結線されている請求項 7 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 9】 前記中間電極の電極素子同士の隙間に中間シールド電極が配されていることを特徴とする請求項 7 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 10】 前記中間電極が列ごとにアレイ化された矩形電極素子を有する請求項 2 ～ 6 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 1 1】 前記各開口に対応して設けられた複数のシールド電極の全てに対して同一電圧が印加されることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 1 2】 前記シールド電極への印加電圧と、前記上電極及び下電極への印加電圧とが異なることを特徴とする請求項 1 1 記載の電子光学系アレイ。

【請求項 1 3】 前記シールド電極が有する開口は、前記中間電極の開口よりもサイズが大きいことを特徴とする請求項 1 ～ 1 2 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 1 4】 前記中間電極と前記シールド電極との間隔は、前記中間電極に配列される開口のピッチよりも小さいことを特徴とする請求項 1 ～ 1 3 のいずれか記載の電子光学系アレイ。

【請求項 1 5】 荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する請求項 1 ～ 1 4 のいずれか記載の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 1 7】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有する請求項 1 6 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 8】 前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行う請求項 1 7 記載のデバイス製造方法。

【請求項 1 9】 請求項 1 5 記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信することを可能にした半導体製造工場。

【請求項 2 0】 半導体製造工場に設置された請求項 1 5 記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダーもしくはユーザーが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム等の荷電粒子線を用いた露光装置に使用される電子光学系の技術分野に属し、特に複数の電子光学系をアレイにした電子光学系アレイに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体デバイスの生産において、電子ビーム露光技術は 0. 1  $\mu\text{m}$  以下の微細パターン露光を可能とするリソグラフィの有力候補として脚光を浴びており、いくつかの方式がある。例えば、いわゆる一筆書きでパターンを描画する可変矩形ビーム方式がある。しかしこれはスループットが低く量産用露光機としては課題が多い。スループットの向上を図るものとして、ステンシルマスクに形成したパターンを縮小転写する図形一括露光方式が提案されている。この方式は、繰り返しの多い単純パターンには有利であるが、ロジック配線層等のランダムパターンではスループットの点で課題が多く、実用化に際して生産性向上の妨げが大きい。

## 【 0 0 0 3 】

これに対して、マスクを用いずに複数本の電子ビームで同時にパターンを描画するマルチビームシステムの提案がなされており、物理的なマスク作製や交換をなくし、実用化に向けて多くの利点を備えている。電子ビームをマルチ化する上で重要となるのが、これに使用する電子レンズのアレイ数である。電子ビーム露光装置の内部に配置できる電子レンズのアレイ数によりビーム数が決まり、スループットを決定する大きな要因となる。このため電子レンズの性能を高めながらも且つ如何に小型化できるかが、マルチビーム型露光装置の性能向上のカギのひとつとなる。

## 【 0 0 0 4 】

電子レンズには電磁型と静電型があり、静電型は磁界型に比べて、コイルコア等を設ける必要がなく構成が容易であり小型化に有利となる。ここで静電型の電子レンズ（静電レンズ）の小型化に関する主な従来技術を以下に示す。

## 【 0 0 0 5 】

A.D. Feinerman等 (J. Vac. Sci. Technol. A 10(4), p611, 1992) は、ファイバと Si の結晶異方性エッチングにより作製したV溝を用いたマイクロメカニクス技術により、静電単一レンズである3枚の電極からなる3次元構造体を形成することを開示する。Siにはメンブレン枠とメンブレンと該メンブレンに電子ビームが通過する開口を設ける。また、K.Y. Lee等 (J. Vac. Sci. Technol. B 12(6), p3425, 1994) は、陽極接合法を利用してSiとパイレックスガラスが複数積層に接合された構造体を開示するもので、高精度にアライメントされたマイクロカラム用電子レンズを作製する。また、Sasaki (J. Vac. Sci. Technol. 19, 963 (1981)) はレンズ開口配列を有する3枚電極でアインツェルレンズ配列にした構成を開示する。また、Chang等 (J. Vac. Sci. Technol. B10, 2743 (1992)) は、アインツェルレンズを有するマイクロカラムを複数配列した構成を提案している。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例において多数の開口電極をアレイ状に配列し、各電



子ビームに異なるレンズ作用を与えようとする、周囲の静電レンズ電界の影響で軌道や収差が変化し、各電子ビームを独立に操作することが困難になる、所謂クロストーク問題を生じる可能性がある。

#### 【0007】

このクロストーク問題を図10を用いて具体的に説明する。上電極1、中間電極2及び下電極3の3枚電極でアインツェルレンズを構成している。上電極1及び下電極3は厚さ $10\mu\text{m}$ であり、径 $80\mu\text{m}$ の開口が $200\mu\text{m}$ ピッチで配されている。中間電極2は厚さ $50\mu\text{m}$ であり、内径 $80\mu\text{m}$ の円筒形状をしており、これが $200\mu\text{m}$ ピッチで配されている。上電極1と中間電極2、中間電極2と下電極3の距離は共に $100\mu\text{m}$ である。上電極1及び下電極3に電位0[V]を、中央列Bとその上列Aの中間電極2には $-1000$ [V]を、下列Cの中間電極2には $-950$ [V]を印加する。すなわち隣接電極間電位差は $50$ [V]である。この場合、上電極1の左方より、ビーム径 $40\mu\text{m}$ 、エネルギー $50\text{keV}$ の電子ビームを中央の開口に入射すると、電子ビームの下方シフト角 $\Delta\theta$ 十数 $\mu\text{rad}$ 以上となる。電子光学系の設計にも依るが、典型的な許容値として、シフト角 $\Delta\theta$ を $1\mu\text{rad}$ 以下に設定することが可能であるが、この電極構成ではシフト角はこの許容範囲を越えるため、周囲のレンズ電界の影響を受けて、いわゆるクロストークが発生する。これを解決することが大きな課題である。

#### 【0008】

本発明は、上記従来技術の課題を認識することを出発点とするもので、その改良を主目的とする。具体的な目的のひとつは、小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供である。より具体的な目的のひとつは、マルチビームに特有のクロストークを軽減した優れた電子光学系アレイを提供することである。さらには、これを用いた高精度な露光装置、生産性に優れたデバイス製造方法、半導体デバイス生産工場などを提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の好ましいひとつの形態は、それぞれに複数の開口

が形成され、積層された第 1 電極と第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の間で、前記複数の開口のそれぞれに対応して設けられたシールド電極とを有することを特徴とする電子光学系アレイである。

#### 【0010】

本発明の別の形態は、それぞれに複数の開口が形成され、積層された上電極、中間電極および下電極と、前記上電極と前記中間電極の間ならびに前記中間電極と前記下電極の間で、前記複数の開口のそれぞれに対応して設けられたシールド電極とを有することを特徴とする電子光学系アレイである。

#### 【0011】

本発明のさらに別の形態は、荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、前記荷電粒子源の中間像を複数形成する上述の電子光学系アレイを含む補正電子光学系と、前記複数の中間像をウエハに縮小投影する投影電子光学系と、前記ウエハに投影される前記複数の中間像がウエハ上で移動するように偏向する偏向器とを有することを特徴とする荷電粒子線露光装置である。

#### 【0012】

本発明のさらに別の形態は、上述の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法である。

#### 【0013】

#### 【発明の実施の形態】

#### ＜電子光学系アレイ＞

本発明の実施の形態にかかる電子光学系アレイを図面を用いて説明する。図 1 は電子光学系アレイの分解図である。図中、大きくは、それぞれに複数の開口が形成された上電極 1、上シールド電極 4、中間電極 2、下シールド電極 5、下電極 3 が順に積層された構造を有する。上電極 1 は導電性材料(Cu)の電極層で形成された厚さ $10\mu\text{m}$ の薄膜構造であって、直径 $80\mu\text{m}$ の円形の開口 8 が $200\mu\text{m}$ ピッチで規則的に複数配されている。また下電極 5 も同様の構成を有し、上電極の開口と同一位置に複数の開口 14 が形成されている。中間電極 2 は、内側に開口

10が形成された円筒形状（厚さ $50\mu\text{m}$ 、内径 $80\mu\text{m}$ 、外径 $170\mu\text{m}$ ）の導電性材料(Cu)の円筒電極素子（孔開き電極素子）11を複数有すると共に、各円筒電極素子11は、列ごと（A列、B列、C列）にグループ化され、各列に含まれる円筒電極素子11は幅 $4\mu\text{m}$ の帯状のCu配線12で電氣的に結線された構造を有する。上シールド電極4ならびに下シールド電極5は、いずれも厚さ $88\mu\text{m}$ の導電性(Cu)の板に内径 $160\mu\text{m}$ の円形の開口9、13が、 $200\mu\text{m}$ ピッチで規則的に形成された構造物である。上電極1、上シールド電極4、中間電極2、シールド電極5、下電極3、中間電極2にそれぞれ規則的に配された開口は、各開口の中心が光軸方向から見たときに一致するように配されている。上電極1と上シールド電極4とは絶縁層6を介して接合され、下電極3と下シールド電極5とは絶縁層7を介して接合されている。これら絶縁層6、絶縁層7はいずれも厚さ $1\mu\text{m}$ であるため、上電極1と上シールド電極4ならびに下電極3と下シールド電極5との距離は共に $1\mu\text{m}$ となっている。また上電極1と中間電極2、下電極3と中間電極2との距離はいずれも $100\mu\text{m}$ である。上シールド電極4及び下シールド電極5における各電極の開口サイズ（内径）を、中間電極2、上電極1及び下電極3の各電極の開口サイズ（内径）よりも大きくしているので、シールド電極を挿入することによるレンズ作用への影響が小さくなっている。

#### 【0014】

上記構成の電子光学系アレイにおいて、先の図10と同様に、上電極1、上シールド電極4、下シールド電極5及び下電極3に0[V]の電位を与え、中間電極2のB列（中央列）とA列には $-1000\text{[V]}$ の電位を、中間電極2のC列には $-950\text{[V]}$ を印加して、B列とC列との隣接電位差が $50\text{[V]}$ であるとする。このとき、ビームシフト角 $\Delta\theta$ は $0.8\text{m}\mu\text{rad}$ 、ビーム径（最小錯乱円）は $0.6\mu\text{m}$ と許容範囲内に収まり、クロストークの発生が実用的には問題にない程度に抑えられる。なお、変形例として、上電極1と下電極3にのみ0[V]の電位を与え、その間の上シールド電極4と下シールド電極5に他とは異なる共通電位 $V_s\text{[V]}$ （たとえば $-500\text{V}$ ）を与えるようにしてもよい。本例によれば、それぞれに複数の開口が形成され、積層された上電極、中間電極および下電極を備えた電子光学系アレイにおいて、上電極と中間電極の間ならびに中間電極と下電極の間

で、前記複数の開口のそれぞれに対応してシールド電極を設けることで、隣接レンズ電界の影響を抑える事が可能となり、良好にクロストークを抑えることができる。

#### 【0015】

次に上記構造の電子光学系アレイの作製方法を説明する。ここでは説明を簡単にするために1つの開口部のみをクローズアップする。

#### 【0016】

まず上電極1と上シールド電極4の作製方法について説明する。なお、下電極3と下シールド電極5もこれを同様の方法で作成する。

#### 【0017】

最初に基板として結晶方位が $\langle 100 \rangle$ のシリコンウェーハを用意し、化学気層蒸着法にて膜厚300nmの窒化珪素を成膜する(図2(a))。レジストプロセスとエッチングプロセスを経て、後に電子線の光路になる部分と電極間の位置合わせを行う部分の窒化珪素膜を除去する。次いで開口部のシリコン基板をテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液で深さ1~2 $\mu\text{m}$ 程度異方性エッチングを行い、基板の少なくとも一つの面にV字上のV溝を形成する。次にこのV溝が形成された面に上電極としてクロム/金をそれぞれ50nm/1 $\mu\text{m}$ の膜厚で連続蒸着し、レジストパターンニング後、金/クロムをエッチングして電子ビーム用開口を形成する(図2(b))。次にSiO<sub>2</sub>膜を1 $\mu\text{m}$ スパッター蒸着、パターンニングする。更に、上シールド電極を作製する為のメッキ用の電極膜としてクロム/金をそれぞれ5nm/50nmの膜厚で連続蒸着、パターンニングする(図2(c))。この後、電極上にメッキの鋳型となるレジストパターンを形成する。レジストにはエポキシ化ビスフェノールAオリゴマーを主成分とするSU-8(MicroChem.co)を用い、膜厚100 $\mu\text{m}$ に成膜する。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いる。また、露光後ホットプレート上85℃で30分間、露光後バーク(PEB)を行なう。基板を室温まで徐冷した後プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートで5分間現像し、メッキ用の鋳型パターンを形成する。次に電気めっきにより、レジストの開口部に金属パターンを埋め込む。電気めっきで膜厚89 $\mu\text{m}$ の金パターンをレジストパターン間隙に埋め込む

(図 2 (d))。SU-8 レジストを剥離し、IPA で洗浄、乾燥を行い、金パターンを得る (図 2 (e))。メッキ面をポリイミドを用いて保護し (不図示)、他方の面を 22% のテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を用い、90℃ でシリコン基板のバックエッチングを行なう。エッチングは、シリコンがエッチング除去され、窒化珪素膜が露出するまで行なう。基板は水洗、乾燥を行い、ドライエッチング装置内でテトラフルオロメタンを用いて、シリコンのエッチング後に露出した窒化珪素膜をエッチング除去する。最後に、他方の面の保護をしたポリイミド膜をアッシングにより除去する (図 2 (f))。

#### 【0018】

中間電極 2 の作製方法は以下の通りである。基板としてシリコンウェーハを用意し、スパッター法により  $\text{SiO}_2$  を 50 nm の厚さに成膜する。次に中間電極を作製する為のメッキ用の電極膜として金を 50 nm の膜厚で蒸着、パターンニングする (図 3 (a))。この後、メッキの鑄型となるレジストパターンを形成する。レジストは、エポキシ化ビスフェノール A オリゴマーオリゴマーを主成分とする SU-8 (MicroChem.co) を用い、膜厚 80  $\mu\text{m}$  に成膜する。露光は高圧水銀ランプを用いた密着型の露光装置を用いて行なう。また、露光後ホットプレート上 85℃ で 30 分間、露光後ベーク (PEB) を行う。基板を室温まで徐冷した後プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテートで 5 分間現像し、メッキ用の鑄型パターンを形成する (図 3 (b))。次に電気めっきにより、レジストの開口部に金属パターンを埋め込む。電気めっきを行い膜厚 50  $\mu\text{m}$  の金パターンをレジストパターン間隙に埋め込む (図 3 (c))。最後に、N-メチルピロリドン (NMP) 中で SU-8 レジストを剥離し、IPA で洗浄、乾燥を行い、金パターンを得る (図 3 (d))。

#### 【0019】

下電極と中間電極の接合方法を図 4 を用いて説明する。前記図 2 の手順で作製した下電極及び下シールド電極 (f) を用意する。これに  $\text{SiO}_2$  をスパッタ法により 10  $\mu\text{m}$  成膜しパターンニングした後、金 50 nm を蒸着パターンニングする (図 4 (a))。そして図 3 (d) で作製した中間電極を上下逆にしてこれと金・金接合で圧着する (図 4 (b) (c))。その後、治具を使って中間電極側の

シリコンウエハのみをウェットエッチングし、 $\text{SiO}_2$  50 nm と金 50 nm をドライエッチングで除去して、接合された下電極／中間電極を得る（図 4（d））。

#### 【0020】

図 5 は最終的な組立てを説明する図である。上記図 4（d）で作製した接合された下電極・下シールド電極・中間電極と、上記図 2（f）で作製した上電極・上シールド電極とを対面させ、両側の基板上に形成された位置合わせ用の V 溝に合わせてファイバ 20 を設置し、両者に圧力を作用させることによって、接合面に平行な方向と垂直な方向に位置決めが達成される。位置決めされた部材同士の固定には接着剤を用いる。こうして組立精度に優れた電子光学素子アレイが完成する。

#### 【0021】

次に、上記説明した電子光学系アレイの変形例をいくつか説明する。図 6 は中間電極を複数持った構成例を示す分解図である。中間電極が 1 枚であった先の図 1 の例に対し、光軸に沿って、中間電極 2 A、中間電極 2 B の 2 つを有し、それらの間には中間シールド電極 1 5 を挟んでいる。

#### 【0022】

図 7 は、シールド電極を別体にせず 1 つの電極として一体形成した例である。すなわち上電極 1 と上シールド電極 4、ならびに下電極 3 と下シールド電極 5 とをそれぞれ金属材料の一体構造とし、両者の間には絶縁層を設けないようにしている。このため製造プロセスをより簡略化することができる。

#### 【0023】

図 8 はさらに別の構造例である。中間電極の複数の円筒電極素子同士の隙間に中間シールド電極が配されている図 7 の中間電極の周囲に中間電極シールド 1 6 が配されている。隣接電界の影響がより小さくなり、クロストーク防止効果がより向上する。

#### 【0024】

図 9 はさらに別の構造例である。中間電極が列ごとにアレイ化された複数の矩形電極素子 2 A、2 B、2 C を有し、各電極素子ごとに異なる電位を印加できる

。電極素子を矩形形状とすることで構造体としての剛性が向上するのに加えてプロセス精度も向上する。

#### 【0025】

図11は更に別の形態の電子レンズアレイを示す図である。図11(A)はレンズアレイの断面図であり、複数の開口電極が形成された上電極1、中間電極2、及び下電極3を有する。中間電極2の開口電極のそれぞれを囲むように、共通の電位に設定される上シールド電極4、下シールド電極5を設けている。各電極は絶縁材からなるスペーサ20を介して積み重ねて一体化されている。図11(B)は上電極1又は下電極3の構造を示し、複数の開口電極の全て0[V]の電位に接地されている。図11(C)は上シールド電極4及び下シールド電極5の構造を示し、全ての開口電極に共通の電位 $V_s$ (例えば-500V)が印加される。図11(D)は中間電極2の構造を示し、複数の開口電極の列毎に互いに異なる電位 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ (例えば、 $V_1=-900V$ 、 $V_2=-950V$ 、 $V_3=-1000V$ )が印加される。これにより異なる列の中間電極を有するアインツェルレンズは互いに異なるレンズ作用を有し、中間電極はアインツェルレンズのレンズ作用を設定する設定用電極と見なすことができる。なお、本実施形態に限らず上記説明した他の形態においても、このような電位の与え方をしてもよい。

#### 【0026】

クロストーク低減を効果的にするために、図11(A)に示すように中間電極2と上シールド電極4、下シールド電極5のそれぞれの間隔 $s$ は、中間電極2に形成される開口電極の配列間隔(ピッチ) $p$ に比べ小さくしている。更に、シールド電極を挿入することによるレンズ作用への影響を小さくするために、シールド電極4、5における各電極の開口サイズ $D_s$ (内径)(図11(C)参照)は、中間電極2における各電極の開口サイズ $D_c$ (内径)(図11(D)参照)に比べて大きくしている。また、上電極1及び下電極3の各電極の開口サイズよりもシールド電極4、5の各電極の開口サイズを大きくしている。

#### 【0027】

なお、図2(E)に示すような中間電極の構造としてもよい。同図において、中間電極2は、互いに異なる電位( $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ )に設定される電極列のそれぞれ

の間に、直線上に形成した中間シールド電極を挿入している。そして各中間シールド電極には、上記シールド電極 4, 5 と同一の共通電位  $V_s$  が印加される。中間電極の中で、各電極列の間をシールドすることでより効果的にクロストークを防止している。

#### 【 0 0 2 8 】

図 1 2 はさらなる変形例を示す。Y 方向に電極列が形成された中間電極 2 4 を含むユニット L A 1 と、これと直交する X 方向に電極列が形成されている中間電極 2 7 と含むユニット L A 2 とを一体化したものである。そしてユニット L A 1 の下電極とユニット L A 2 の上電極とが 1 つの電極 2 2 で兼用されている。上電極 2 1、電極 2 2、下電極 2 3 は接地され、計 4 つのシールド電極 2 5, 2 6, 2 8, 2 9 はいずれも同一電位  $V_s$  が印加される。

#### 【 0 0 2 9 】

#### < 電子ビーム露光装置 >

次に、上記電子光学系アレイを用いたシステム例として、マルチビーム型の荷電粒子露光装置（電子ビーム露光装置）の実施例を説明する。図 1 3 は全体システムの概略図である。図中、荷電粒子源である電子銃 501 はカソード 501 a、グリッド 501 b、アノード 501 c から構成される。カソード 501 a から放射された電子はグリッド 501 b、アノード 501 c の間でクロスオーバー像を形成する（以下、このクロスオーバー像を電子源 ES と記す）。この電子源 ES から放射される電子ビームは、コンデンサーレンズである照射電子光学系 502 を介して補正電子光学系 503 に照射される。照射電子光学系 502 は、それぞれが 3 枚の開口電極からなる電子レンズ（アイントゥエルレンズ）521, 522 で構成される。補正電子光学系 503 は電子源 ES の中間像を複数形成するものであり、詳細は後述する。補正電子光学系 503 で形成された各中間像は投影電子光学系 504 によって縮小投影され、被露光面であるウエハ 505 上に電子源 ES 像を形成する。投影電子光学系 504 は、第 1 投影レンズ 541 (543) と第 2 投影レンズ 542 (544) とからなる対称磁気タブレットで構成される。506 は補正電子光学系 503 の要素電子光学系アレイからの複数の電子ビームを偏向させて、複数の光源像を同時にウエハ 505 上で X, Y 方向に変位させる偏向器である。507 は偏向器 506 を作動させた際に発生する偏向収差による光源像のフォーカス位置の



ずれを補正するダイナミックフォーカスコイルであり、508は偏向により発生する偏向収差の非点収差を補正するダイナミックスティグコイルである。509はウエハ505を載置して、光軸AX(Z軸)方向とZ軸回りの回転方向に移動可能な $\theta$ -Zステージであって、その上にはステージの基準板510が固設されている。511は $\theta$ -Zステージを載置し、光軸AX(Z軸)と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。512は電子ビームによって基準板510上のマークが照射された際に生じる反射電子を検出する反射電子検出器である。

### 【 0 0 3 0 】

図14は補正電子光学系503の詳細を説明する図である。補正電子光学系503は、光軸に沿ってアパーチャアレイAA、ブランカーアレイBA、要素電子光学系アレイユニットLAU、ストッパーアレイSAで構成される。図14の(A)は電子銃501側から補正電子光学系503を見た図、(B)はAA'断面図である。アパーチャアレイAAは図14(A)に示すように基板に複数の開口が規則正しく配列(8×8)形成され、照射される電子ビームを複数(64本)の電子ビームに分割する。ブランカーアレイBAはアパーチャアレイAAで分割された複数の電子ビームを個別に偏向する偏向器を一枚の基板上に複数並べて形成したものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは、同一平面内に複数の電子レンズを2次元配列して形成した電子レンズアレイである第1電子光学系アレイLA1、及び第2電子光学系アレイLA2で構成される。これら各電子光学系アレイLA1、LA2は上述の実施例で説明した構造を備え、上述する方法で作製されたものである。要素電子光学系アレイユニットLAUは共通のZ方向の軸に並ぶ、第1電子レンズアレイLA1の電子レンズと第2電子レンズアレイLA2の電子レンズとで一つの要素電子光学系ELを構成する。ストッパーアレイSAは、アパーチャアレイAAと同様に基板に複数の開口が形成されている。そして、ブランカーアレイBAで偏向されたビームだけがストッパーアレイSAで遮断され、ブランカーアレイの制御によって各ビーム個別に、ウエハ505へのビーム入射のON/OFFの切り替えがなされる。

### 【 0 0 3 1 】

本実施例の荷電粒子線露光装置によれば、補正電子光学系に上記説明したような優れた電子光学系アレイを用いることで、極めて露光精度の高い装置を提供す

ることでき、これによって製造するデバイスの集積度を従来以上に向上させることができる。

#### 【 0 0 3 2 】

##### <半導体生産システムの実施例>

次に、上記露光装置を用いた半導体デバイス（ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、液晶パネル、ＣＣＤ、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

#### 【 0 0 3 3 】

図 1 5 は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダー（装置供給メーカー）の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器（露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等）や後工程用機器（組立て装置、検査装置等）を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結ぶでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）109を備える。ホスト管理システム108は、ＬＡＮ109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

#### 【 0 0 3 4 】

一方、102～104は、製造装置のユーザーとしての半導体製造メーカーの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメーカーに属する工場であっても良いし、同一のメーカーに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）111と、各製造装置106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107

は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダー101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザーだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダー側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダー側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダー101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダーが提供するものに限らずユーザーがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザーの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

#### 【0035】

さて、図16は本実施形態の全体システムを図15とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザー工場と、該製造装置のベンダーの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダーの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダーの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザー（半導体デバイス製造メーカー）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお図16では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場

が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼働管理がされている。一方、露光装置メーカー210、レジスト処理装置メーカー220、成膜装置メーカー230などベンダー（装置供給メーカー）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行なうためのホスト管理システム211,221,231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザーの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベンダーの管理システム211,221,231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダーからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインターフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図17に一例を示す様な画面のユーザーインターフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種（401）、シリアルナンバー（402）、トラブルの件名（403）、発生日（404）、緊急度（405）、症状（406）、対処法（407）、経過（408）等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザーインターフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能（410～412）を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダーが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使

用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考に供する操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。

【 0 0 3 7 】

次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図 1 8 は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作製）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作製する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

【 0 0 3 8 】

図 1 9 は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行な

うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、マルチビームに特有のクロストーク問題を解消し、小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイを提供することができる。そして、これを用いた高精度な露光装置、生産性に優れたデバイス製造方法、半導体デバイス生産工場などを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

電子光学系アレイの構造を説明する図

【図 2】

上電極（下電極）とシールド電極の作製方法を説明する図

【図 3】

中間電極の作製方法を説明する図

【図 4】

電極同士の接合の方法をを説明する図

【図 5】

電極同士の接合が完成した状態を説明する図

【図 6】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 7】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 8】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 9】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 1 0】

クロストークの発生を説明する図

【図 1 1】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 1 2】

電子光学系アレイの別例の構造を説明する図

【図 1 3】

マルチビーム型露光装置の全体図

【図 1 4】

補正電子光学系の詳細を説明する図

【図 1 5】

半導体デバイス生産システムの例をある角度から見た概念図

【図 1 6】

半導体デバイス生産システムの例を別の角度から見た概念図

【図 1 7】

ディスプレイ上のユーザーインターフェースを示す図

【図 1 8】

半導体デバイスの製造プロセスのフローを説明する図

【図 1 9】

ウエハプロセスの詳細を説明する図

【符号の説明】

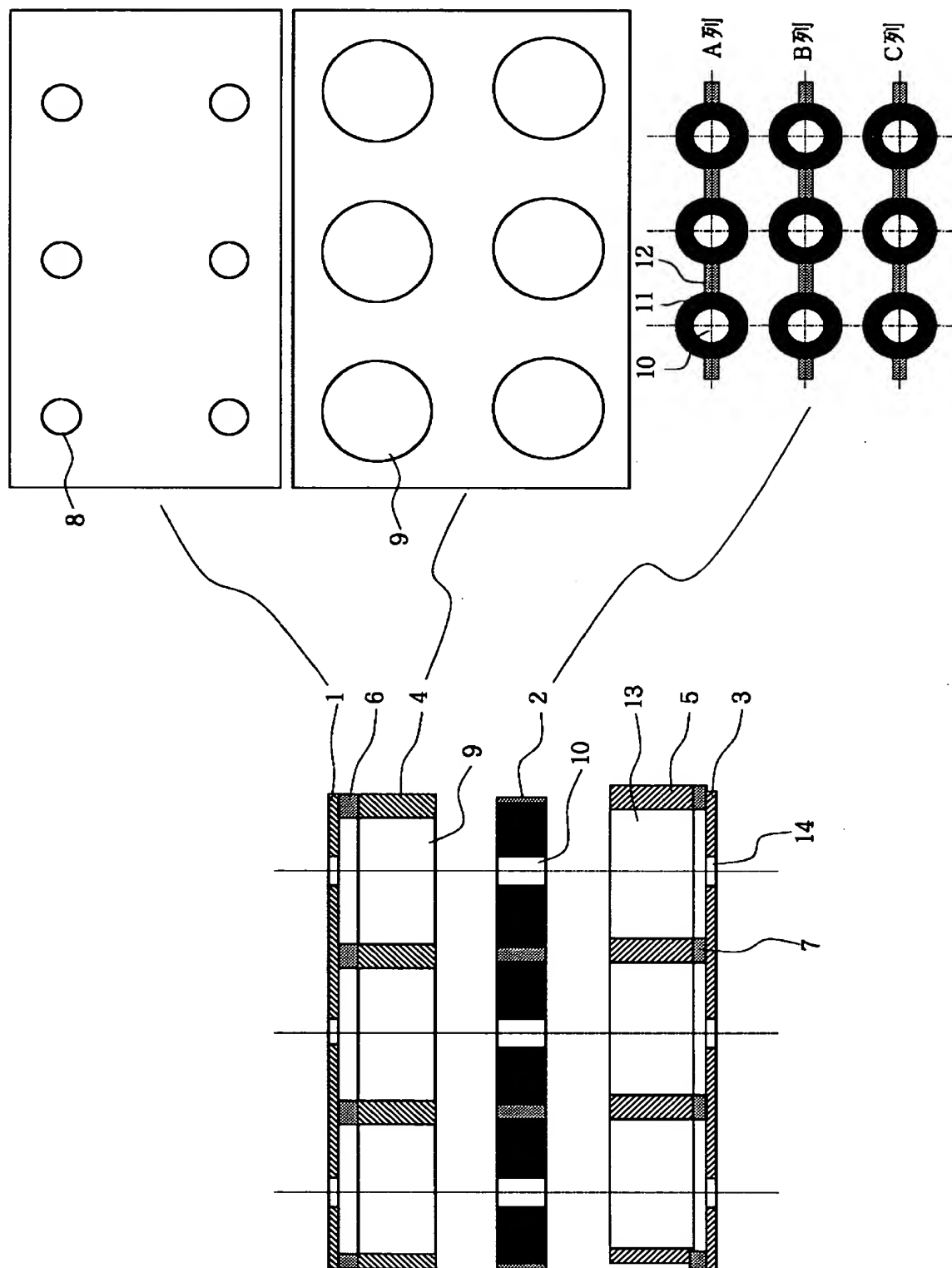
- 1 上電極
- 2 中間電極
- 3 下電極
- 4 上シールド電極
- 5 下シールド電極
- 6 絶縁膜
- 7 絶縁膜
- 8 上電極の開口

- 9 上シールド電極の開口
- 1 0 中間電極の開口
- 1 1 中間電極の個々の電極素子
- 1 2 配線
- 1 3 下シールド電極の開口
- 1 4 下電極の開口

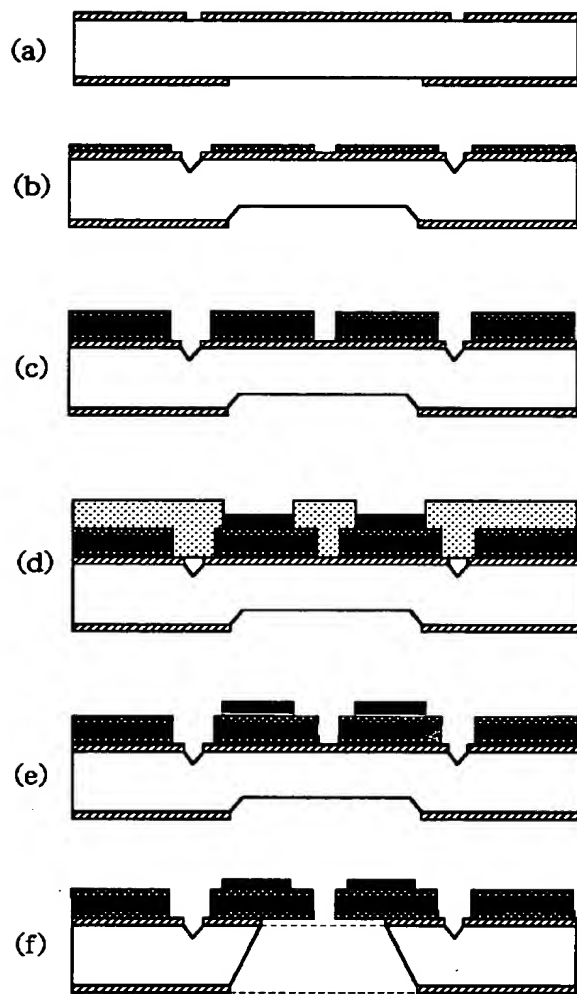


【書類名】 図面

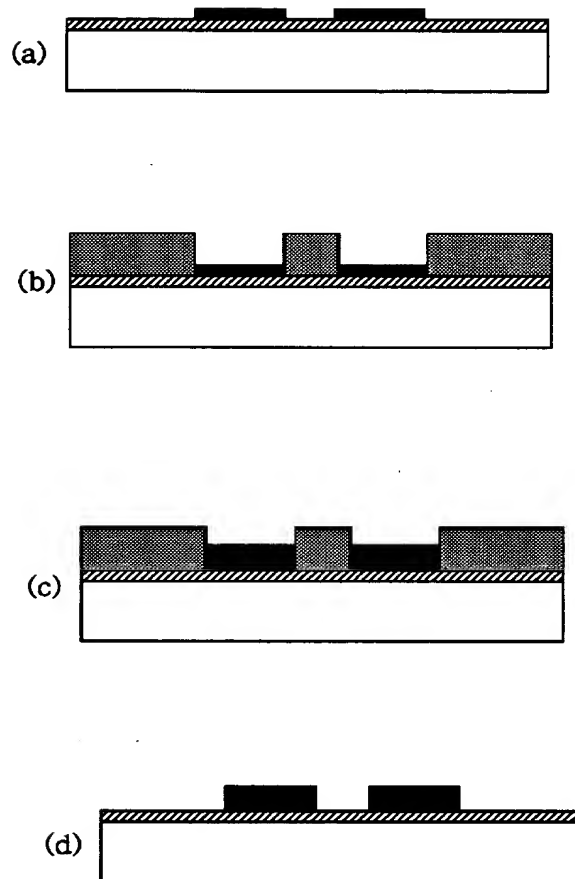
【図 1】



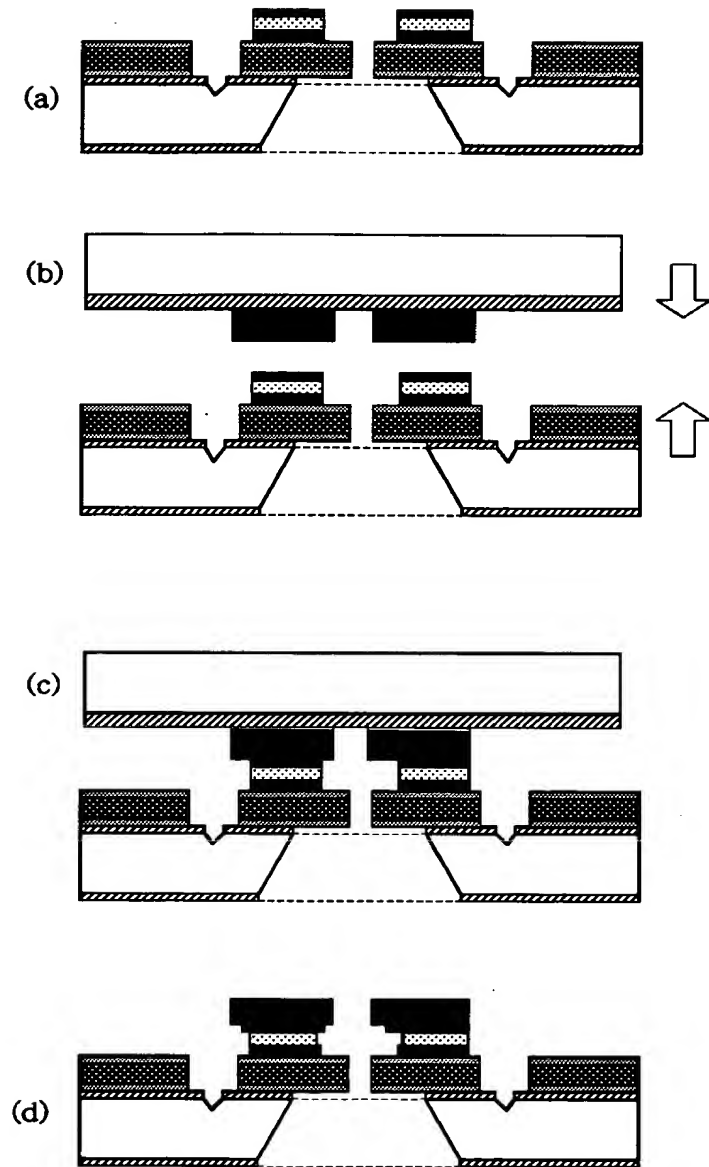
【図 2】



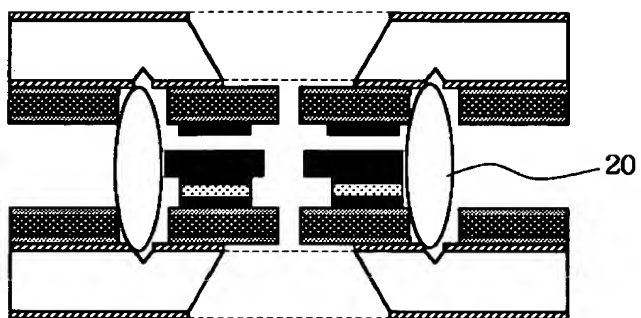
【図 3】



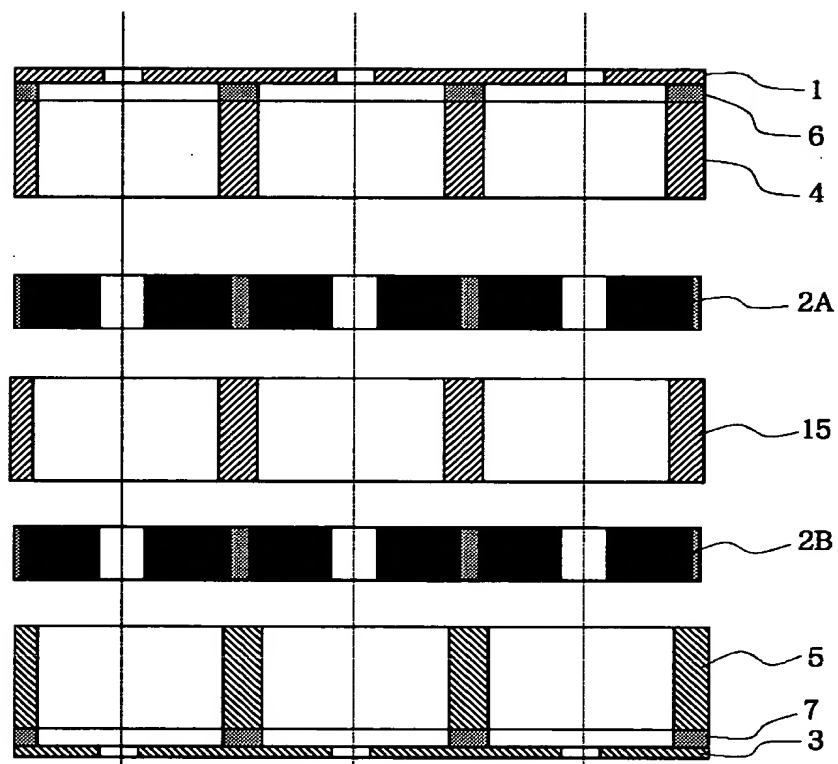
【図 4】



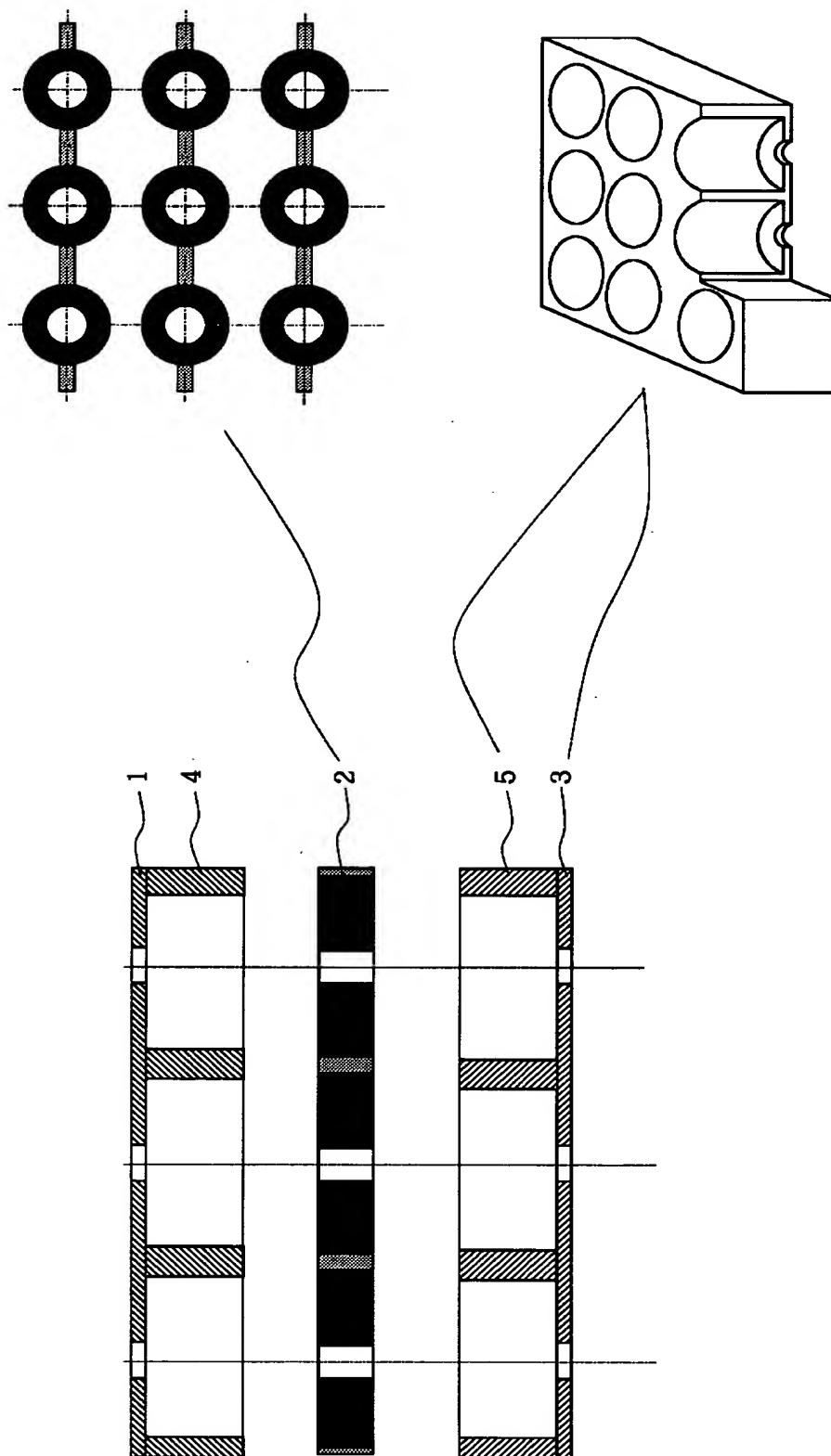
【図 5】



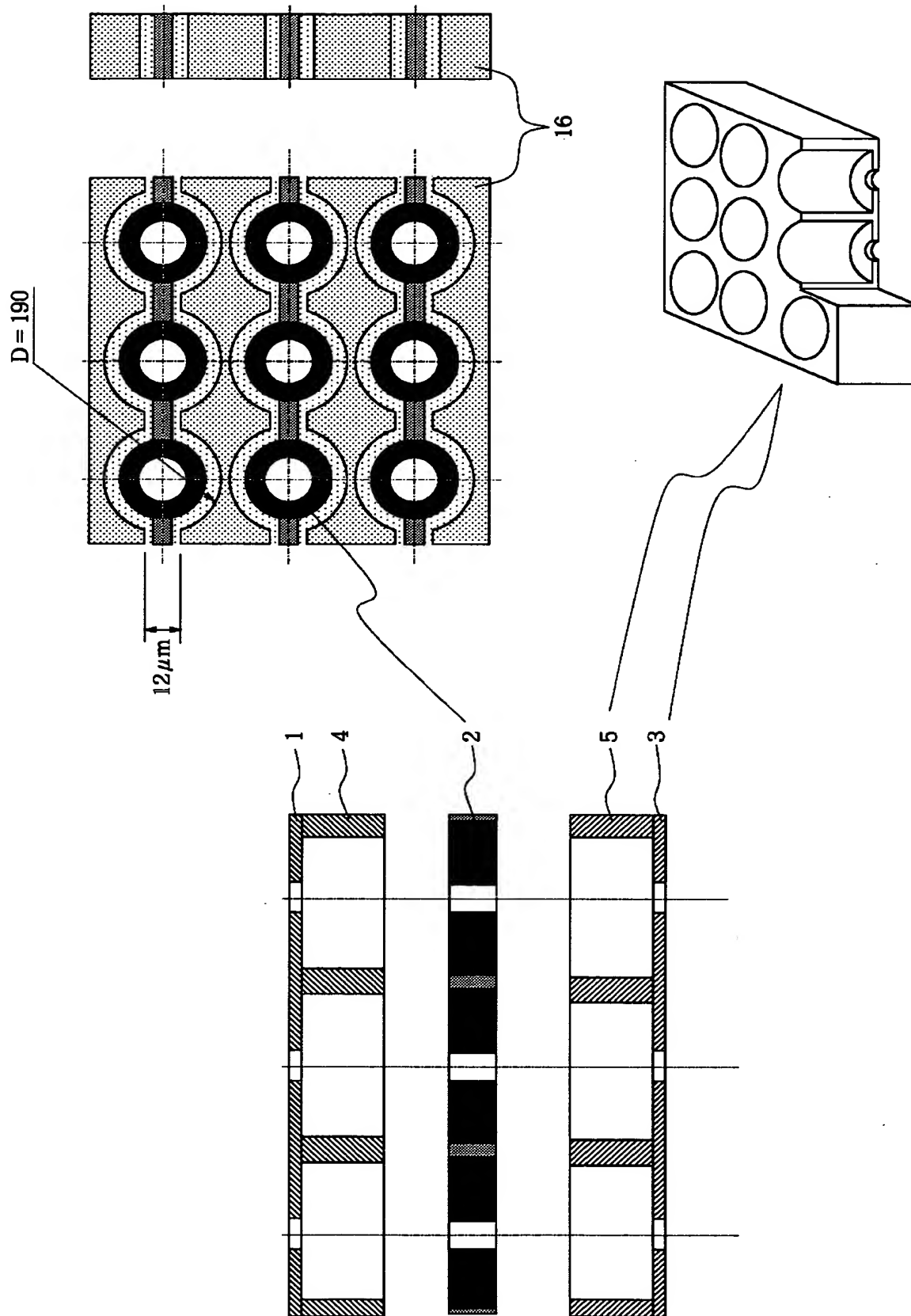
【図 6】



【図 7】

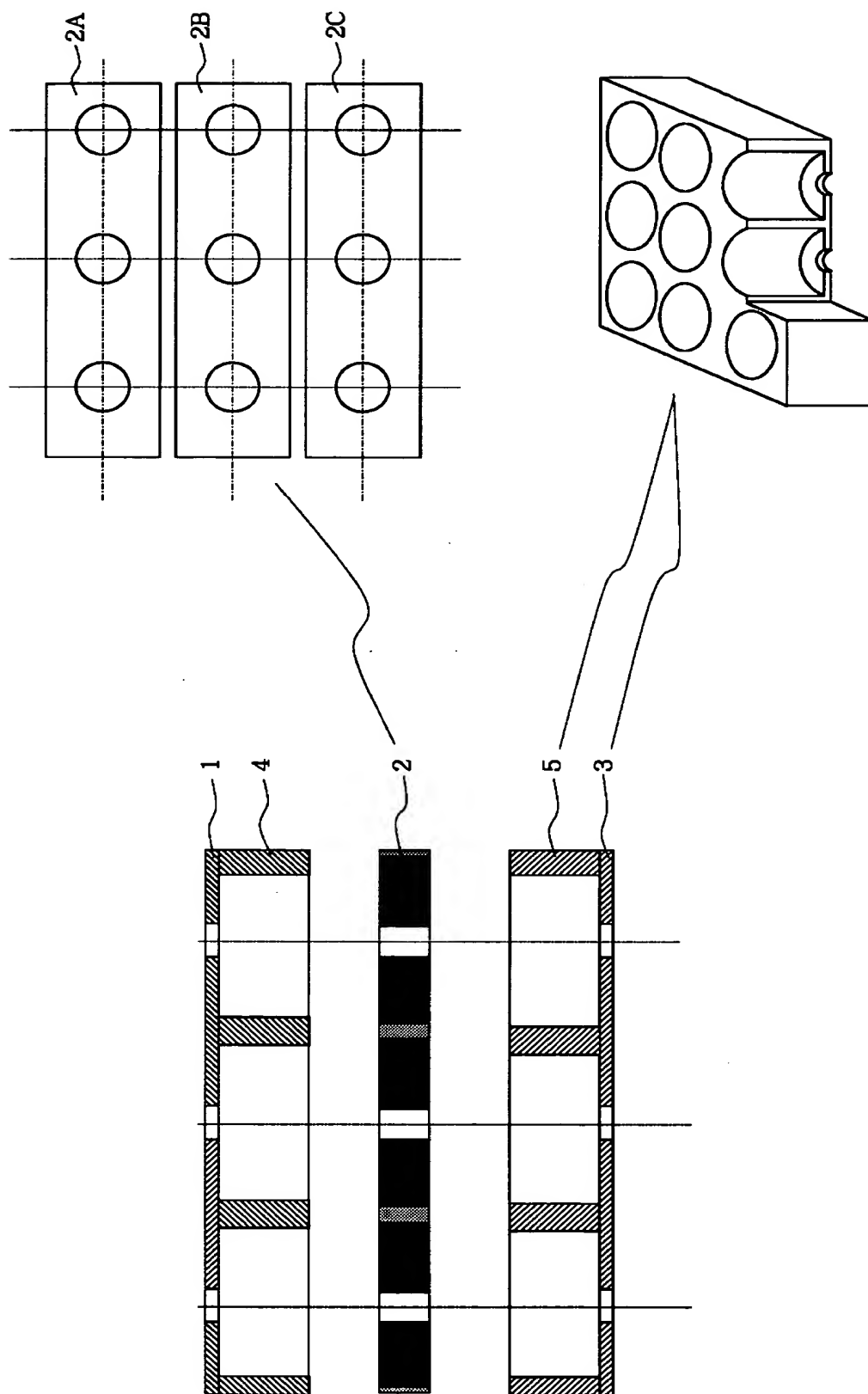


【図 8】

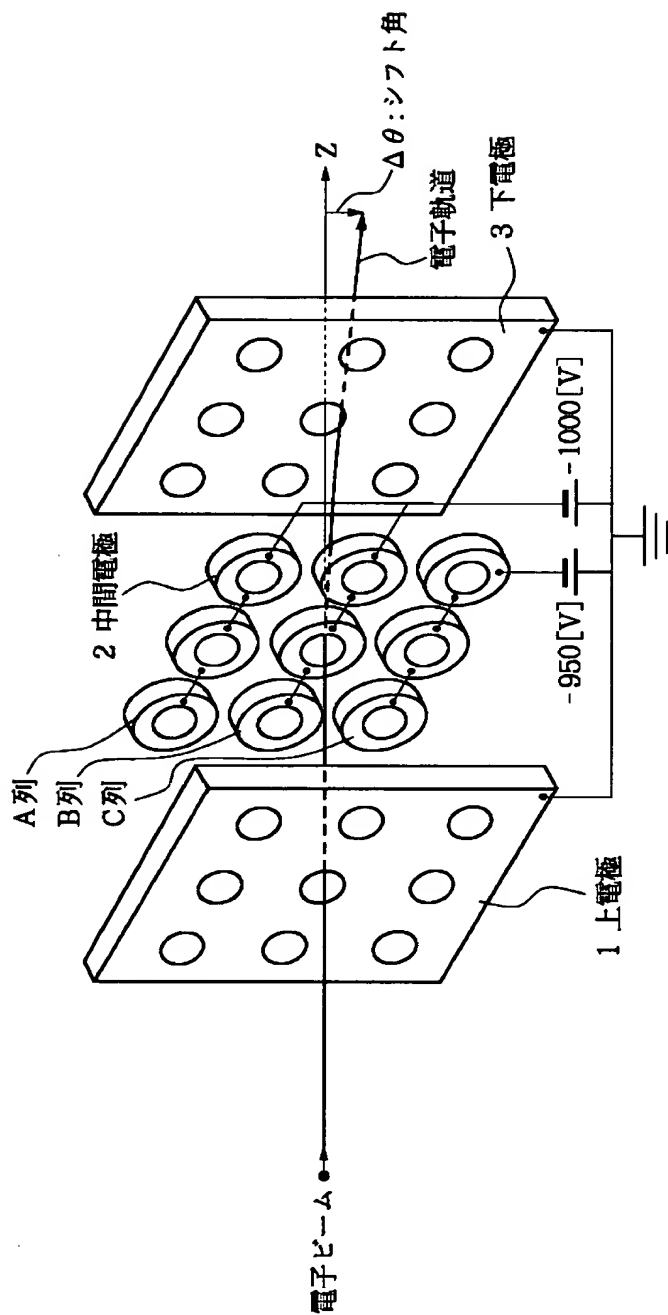




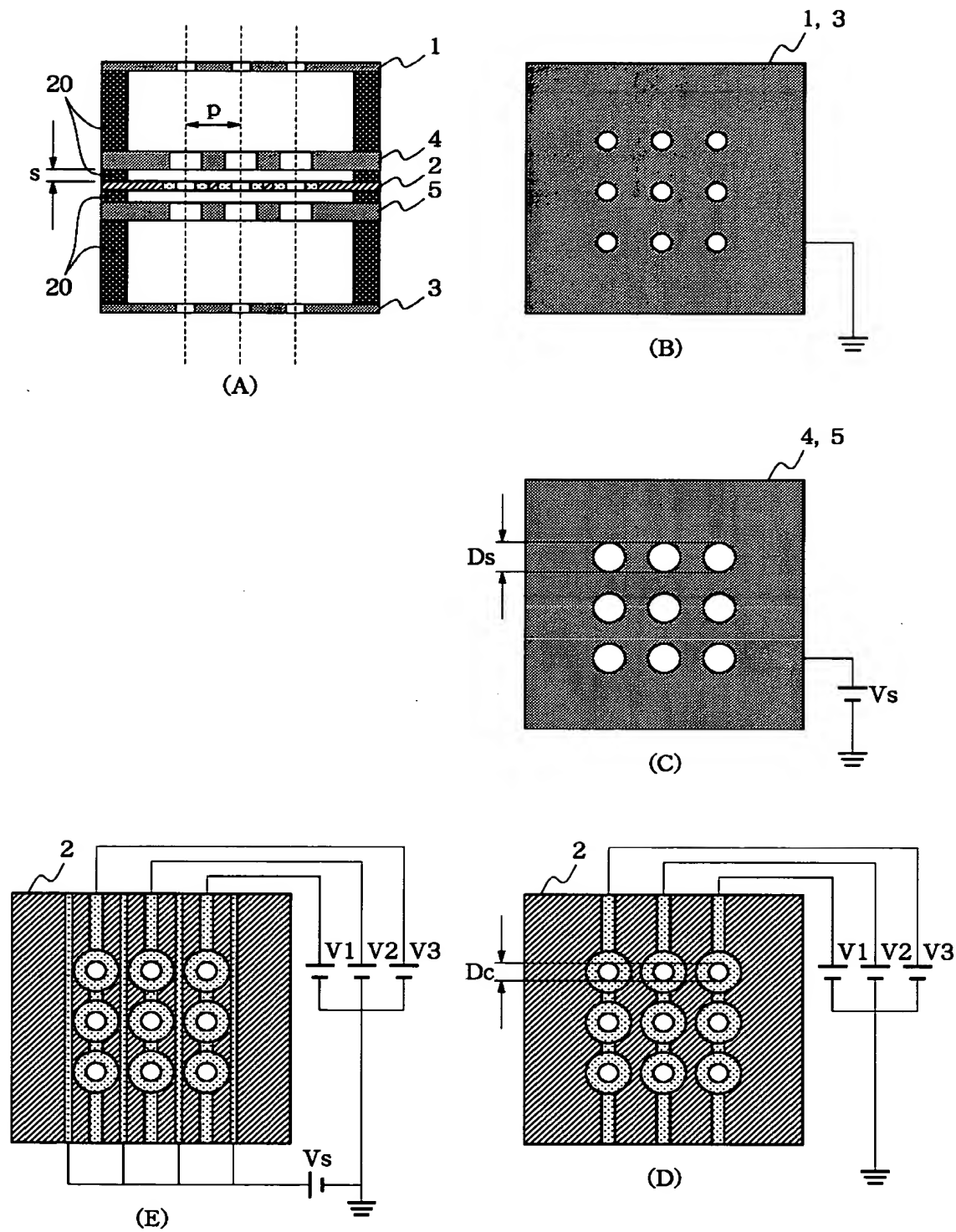
【図9】



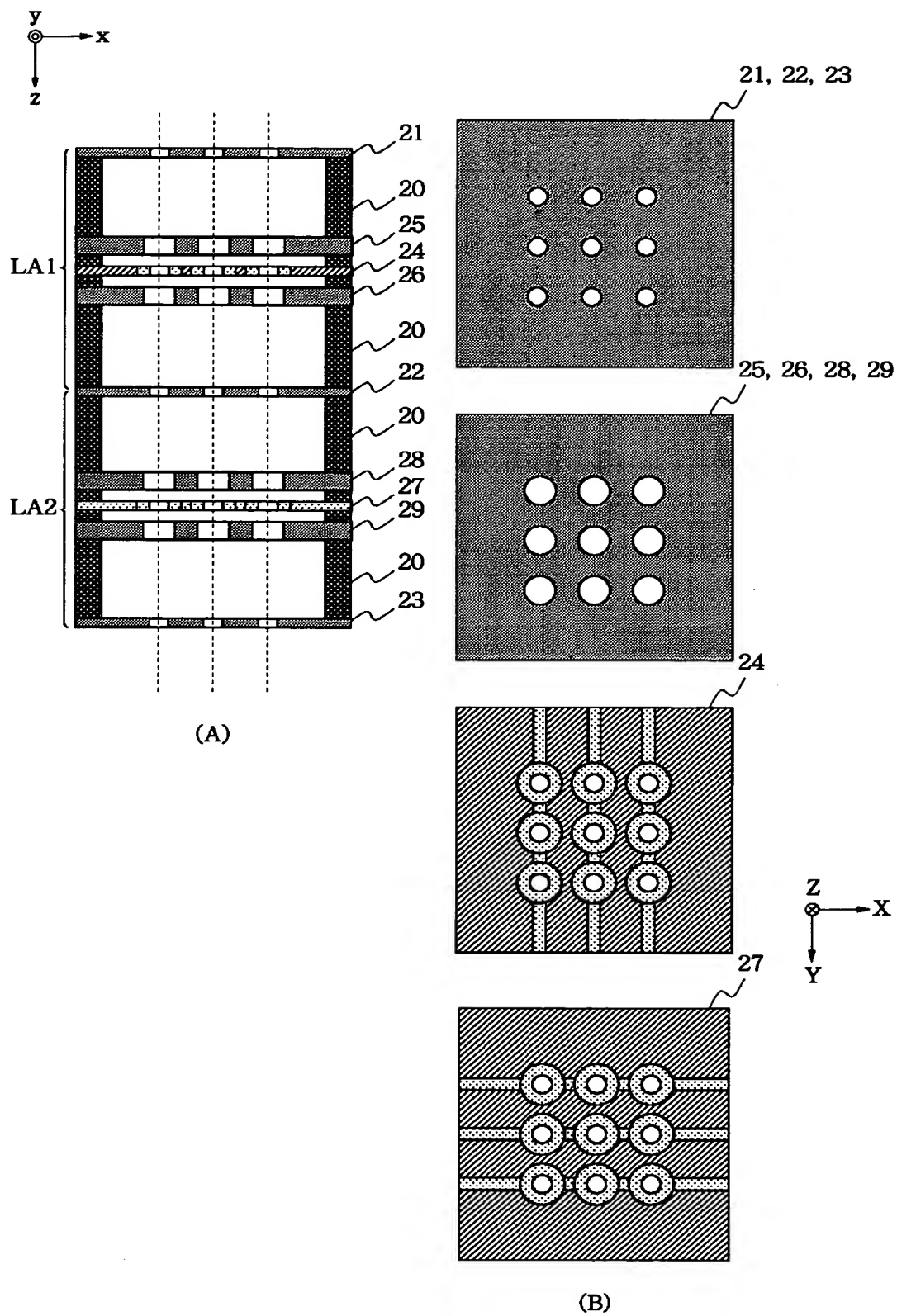
【図 1 0】



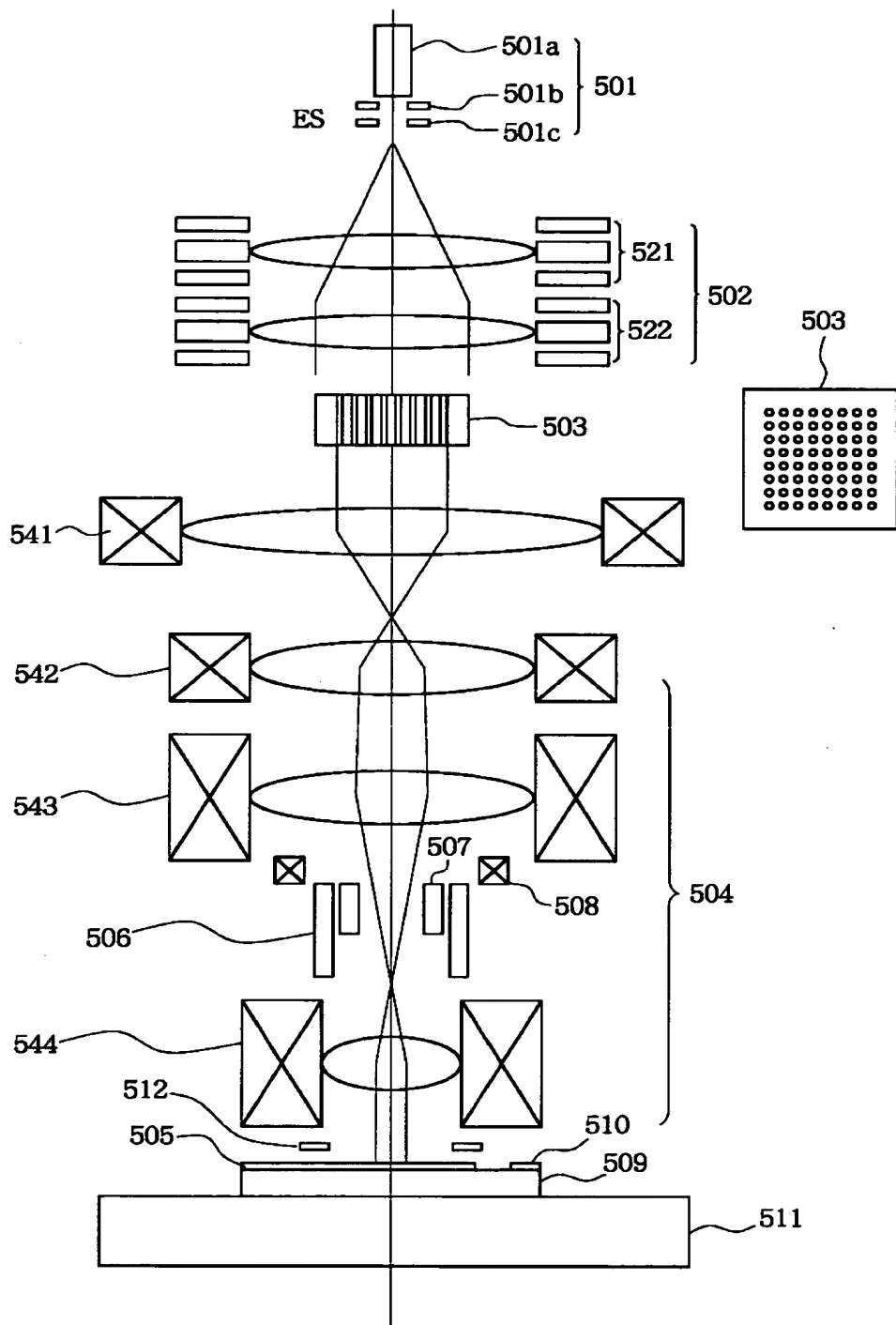
【図 1 1】



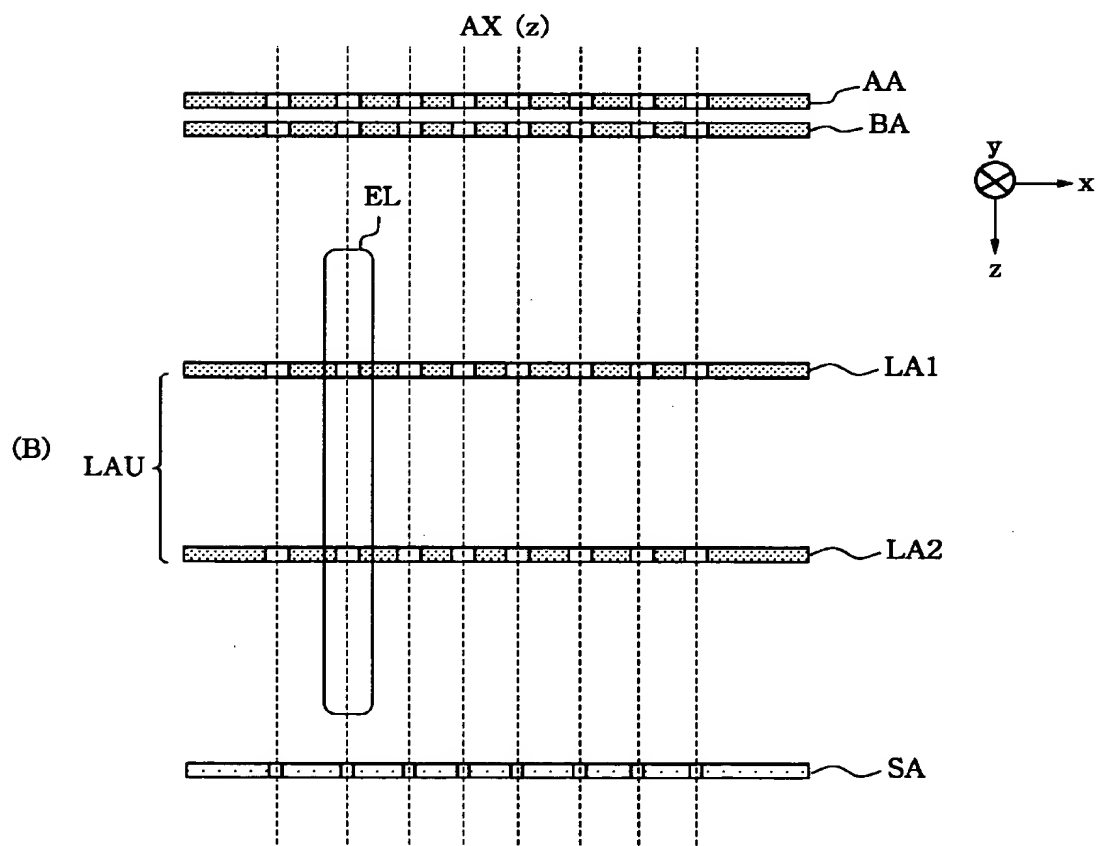
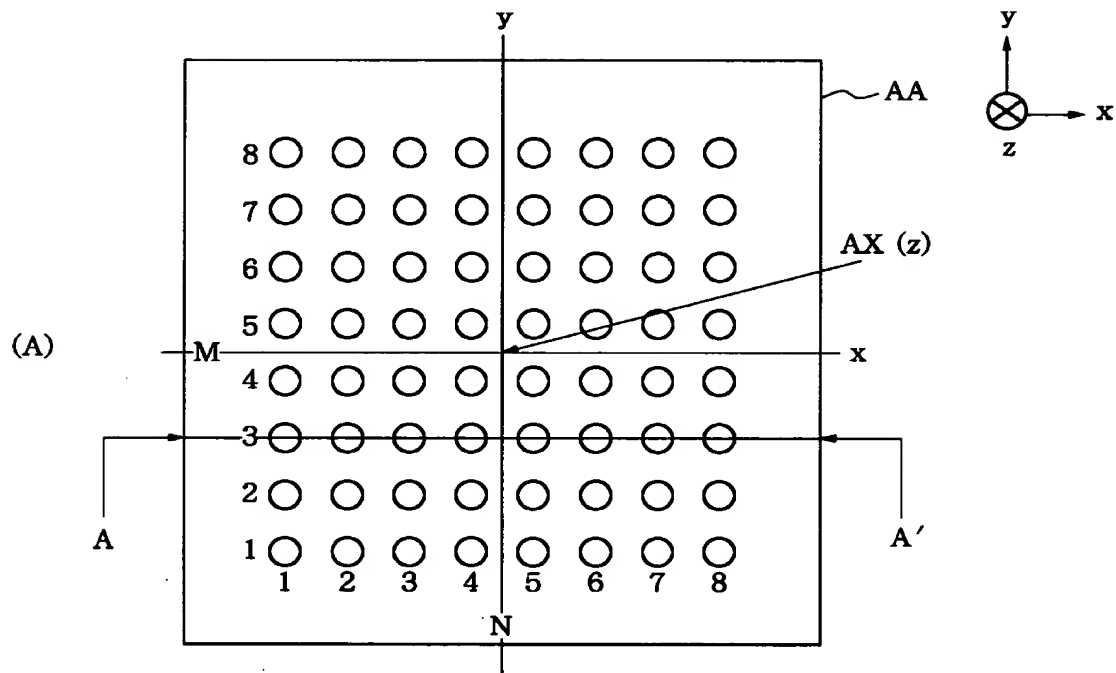
【図 12】



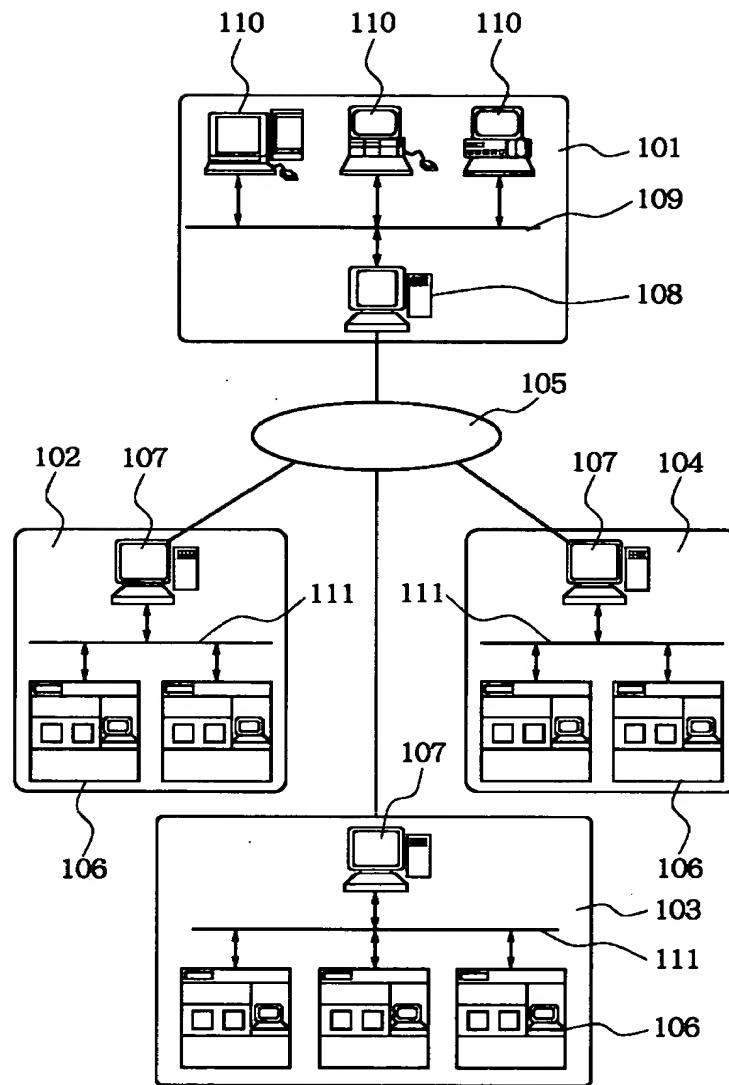
【図 13】



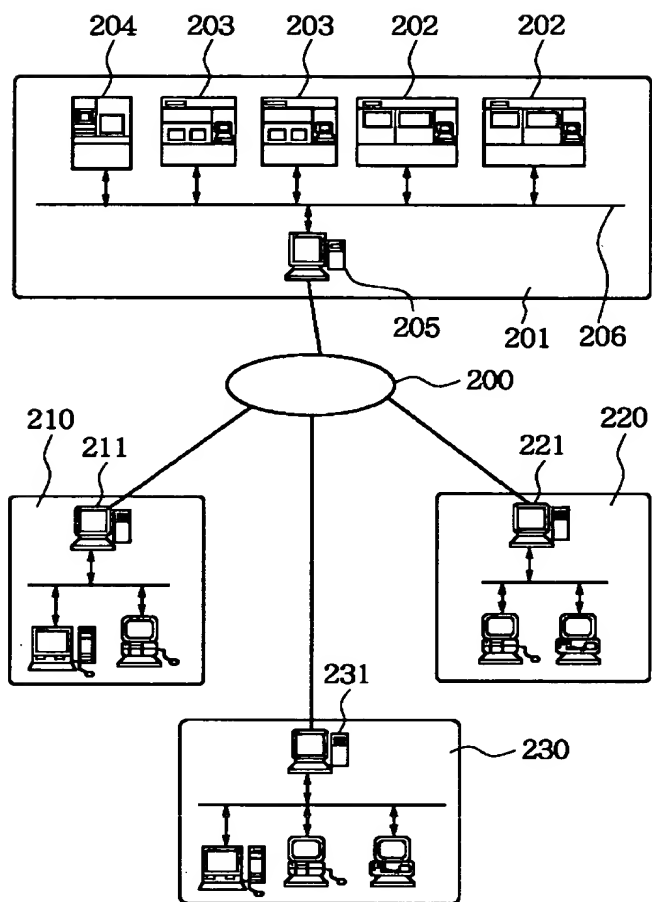
【図 14】



【図15】



【図 1 6】





【図 1 7】

URL

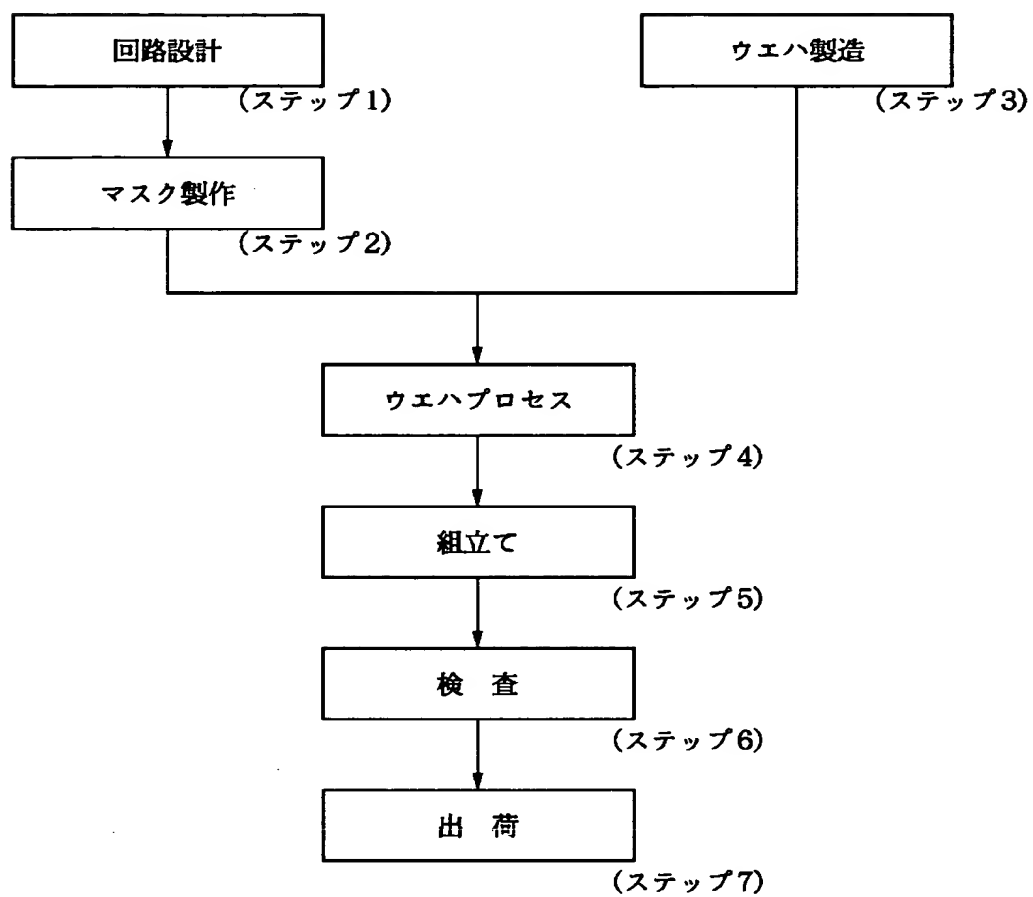
トラブルDB入力画面

発生日  404  
機種  401  
件名  403  
機器S/N  402  
緊急度  405  
症状  406  
対処法  407  
経過  408

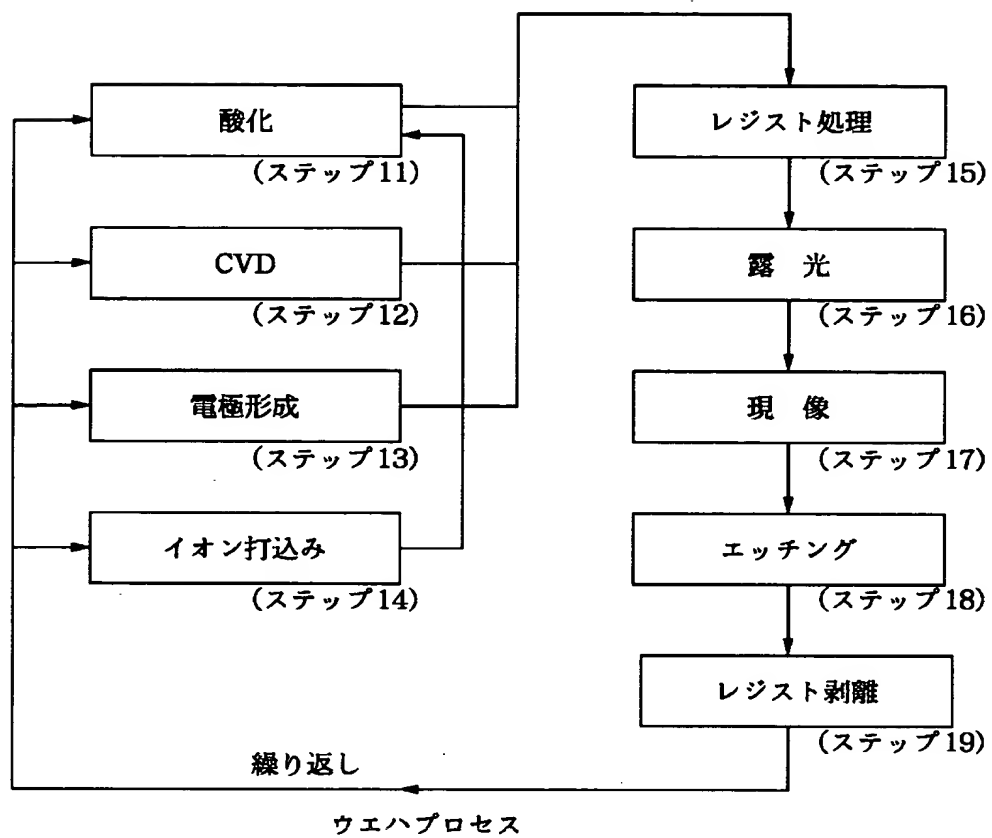
410

[結果一覧データベースへのリンク](#)   
[ソフトウェアライブラリ](#)   
[操作ガイド](#)

【図 18】



【図19】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    小型化、高精度化、信頼性といった各種条件を高いレベルで実現した電子光学系アレイの提供。

【解決手段】    それぞれに複数の開口が形成され、積層された上電極、中間電極および下電極と、前記上電極と前記中間電極の間ならびに前記中間電極と前記下電極の間で、前記複数の開口のそれぞれに対応して設けられたシールド電極とを有し、光軸方向から見たとき、前記シールド電極は各々の前記開口の周囲を囲むように配されている。

【選択図】            図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-233145
受付番号	50000976524
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年 8月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100090538
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内

【氏名又は名称】	西山 恵三
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100096965
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内

【氏名又は名称】	内尾 裕一
----------	-------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社